نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۸۷۹-۸۶۱

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 16, No. 4, Winter. 2019, p. 861-879

ارزیابی عملکرد کمی و کیفی علوفه ذرت ۲۶۰ تحت تاثیر مدیریت تلفیقی کود و بقایای گیاهی

حسنعلی پوراسماعیل[۱]- مهدی دهمرده[۲*]- احمد قنبری[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۳۰

چکیده

کشاورزی پایدار بر پایه مدیریت کارآمد عناصر تولید در جهت بهبود کیفیت خاک استوار است و یکی از مشکلات اصلی در کشاورزی پایدار کمبود مواد آلی خاک و تبعات آن می‌باشد. یکی از راه‌های ممکن، ارزان و قابل اجرا برای افزایش مواد آلی در اراضی کشاورزی برگرداندن بقایای محصولات زراعی به خاک است. در کشاورزی پایدار استفاده از کمپوست و ورمی‌کمپوست باعث افزایش فعالیت میکروبی خاک شده و این باعث افزایش عناصر غذایی مورد نیاز گیاه خصوصاً عناصر پر مصرف گردیده و این افزایش عملکرد گیاه زراعی را به دنبال دارد. به منظور ارزیابی سیستم تلفیقی مدیریت کودی و زمان برداشت بر کمیت و کیفیت علوفه ذرت رقم ۲۶۰ (رقم زودرس)، آزمایشی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل سطوح مختلف سیستم تلفیقی مدیریت کودی در ده سطح: (شاهد، ۳۰ درصد بقایای گندم، ۶۰ درصد بقایای گندم، ۹۰ درصد بقایای گندم، ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست، ۶۰ درصد ورمی‌کمپوست، ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست، ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست بعلاوه ۹۰ درصد بقایای گندم، ۴۰ درصد ورمی‌کمپوست بعلاوه ۶۰ درصد بقایای گندم و ۷۰ درصد ورمی‌کمپوست بعلاوه ۳۰ درصد بقایای گندم) و فاکتور دوم زمان برداشت در دو سطح: (برداشت در مرحله شیری و خمیری) بودند. صفات مورد مطالعه شامل وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، قابلیت هضم ماده خشک، هیدرات‌های کربن محلول در آب، درصد پروتئین خام و عملکرد پروتئین، فیبر خام، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و خاکستر بودند. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر برهمکنش مرحله برداشت با سیستم تلفیقی مدیریت کودی بر وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، قابلیت هضم ماده خشک، درصد هیدرات‌های کربن محلول در آب و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی معنی‌دار بود. همچنین اثر مرحله برداشت بر درصد پروتئین خام و درصد خاکستر بسیار معنی‌دار؛ اثر مرحله برداشت و اثر سیستم تلفیقی مدیریت کودی بر درصد فیبر خام معنی‌دار و اثر ساده سیستم تلفیقی مدیریت کودی بر الیاف نامحلول در شوینده خنثی معنی‌دار بود. بیشترین وزن خشک برگ (۱۴۶ گرم) و وزن خشک ساقه (۱۸۵/۳۳ گرم) در مرحله شیری شدن دانه و در شرایط کاربرد ۷۰ درصد ورمی‌کمپوست به‌علاوه ۳۰ درصد بقایای گندم به‌دست آمد. کیفیت مطلوب زمانی حاصل می‌شود که گیاه دارای قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام، هیدرات‌های کربن محلول در آب و درصد خاکستر بیشتری باشد. به‌طور کلی استفاده از نسبت‌های ۶۰ و ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست و ۶۰ درصد بقایای گندم باعث بهبود کیفیت علوفه گردید.

واژه‌های کلیدی: بقایای گندم، پروتئین خام، زمان برداشت، ورمی‌کمپوست

مقدمه

گسترش جهانی عملیات کشاورزی حفاظتی در حال حاضر به بیش از ۱۵۵ میلیون هکتار رسیده است (Kassam *et al.*, 2014). لزوم به‌کارگیری مدیر\یت کشاورزی پایدار خصوصاً در زمین‌های زراعی یا مشکل توسعه زمین‌های قابلیت کشت از اهمیت بالایی برخوردار است (Koocheki *et al.*, 2007). کشاورزی پایدار بر پایه مدیریت کارآمد عناصر تولید در جهت بهبود کیفیت خاک استوار است و یکی از مشکلات اصلی در کشاورزی پایدار کمبود مواد آلی خاک و تبعات آن می‌باشد. در خاک‌های زراعی، سالیانه مقادیر قابل ملاحظه‌ای از مواد غذایی خاک به صورت محصول و مواد آلی از زمین خارج می‌شود. با خروج این حجم عظیم از مواد گیاهی، منابع تأمین انرژی و مواد غذایی بویژه مواد آلی در خاک به‌تدریج دچار نقصان می‌شود. یکی از راهکارهای ممکن، ارزان و قابل اجرا برای افزایش مواد آلی در اراضی کشاورزی برگرداندن بقایای محصولات زراعی به خاک است. برگردانیدن بقایای گیاهی به خاک سبب افزایش

۱- دانشجوی دکترای زراعت، گروه اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
۲- دانشیار، گروه اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
۳- استاد، گروه اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
(*- نویسنده مسئول: Email: dahmard@yahoo.com)
DOI: 10.22067/gsc.v16i4.72820

خلل وفرج و کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک و به تبع آن افزایش ظرفیت ذخیره سازی آب و تبادل هوا در خاک خواهد شد. که به تبع آن اثر مثبت در کاهش فرسایش، تعدیل دمای خاک و فراهم بودن عناصر مختلف به خصوص نیتروژن در خاک دارد همچنین تجزیه تدریجی بقایای گیاهی باعث افزایش مواد آلی خاک می‌گردند. کیفیت خاک نه تنها به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی وابسته است بلکه ارتباط نزدیکی با خصوصیات بیولوژیکی آن دارد (Govaerts *et al.*, 2007).

یک سیستم ریشه‌ای فعال، ترکیباتی را به‌طور منظم به محیط ریشه گیاه آزاد می‌کند. این ترکیبات سبب تحریک رشد و افزایش جامعه میکروبی خاک شده که به دنبال آن تنوع کارکردی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Bending *et al.*, 2002). اهمیت جوامع میکروبی برای کارکرد یک اکوسیستم به دلیل نقش مهمی است که در فرآیندهای خاک که تعیین‌کننده تولید گیاه می‌باشند ایفا می‌کنند. نخستین عامل محدودکننده زیستی در اکثر خاک‌ها، فعالیت میکروبی برای تجزیه کربن آلی است. وقتی مواد گیاهی حاوی کربن به خاک افزوده شود، میکروب‌های تجزیه‌کننده برای کربن، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، گوگرد، کلسیم و غیره مورد نیاز خود به دو منبع شکل‌های در دسترس این عناصر موجود در خود خاک و مواد آلی اضافه شده به خاک متکی هستند، بنابراین با اضافه شدن بقایای گیاهی این میکروب‌ها به تجزیه بقایای گیاهی اقدام می‌کنند (Juan *et al.*, 2008). میزان کربن و نیتروژن خاک دو عامل عمده‌ای هستند که برروی فعالیت میکروبی خاک تأثیر می‌گذارند (Yuste *et al.*, 2007).

ورمی‌کمپوست یک ماده آلی است که باعث افزایش تهویه خاک، جذب بیشتر رطوبت و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌شود. کربن موجود در ورمی‌کمپوست باعث می‌شود عناصر غذایی به‌طور یکنواخت در سیستم رشد گیاهی آزاد شده و گیاه قادر به جذب عناصر غذایی می‌گردد (Alikhani and Savabeghi, 2006). در کشاورزی پایدار استفاده از کمپوست و ورمی‌کمپوست باعث افزایش فعالیت میکروبی خاک شده و این باعث افزایش عناصر غذایی مورد نیاز گیاه خصوصا عناصر پر مصرف گردیده و این افزایش عملکرد گیاه زراعی را به دنبال دارد (Aranon *et al*., 2004).

در بین گیاهان زراعی، ذرت (*Zea mays* L.) نقش مؤثری در تأمین غذای انسان‌ها و دام ایفا می‌کند. استفاده انسان از ذرت عمدتاً به‌صورت غیرمستقیم است، به‌طوری‌که حدود ۷۵ درصد از تولید جهانی ذرت به‌صورت علوفه در اختیار دام‌ها قرار می‌گیرد (Bozorgmehr and Nasrabadi, 2014). ذرت یکی از مهمترین غلات دانه‌ای است که در بیش از ۱۸۰ میلیون هکتار از راضی دنیا کشت می‌شود و تولید آن بالغبر ۱۰۰۰ میلیون تن است (FAO, 2014). ذرت به همراه گندم (*Triticum aestivum* L.) و برنج (*Oryza sativa* L.) حداقل ۳۰ درصد کالری غذایی را برای بیش از چهار و نیم میلیون نفر در ۹۴ کشور درحال‌توسعه، جایی‌که یک‌سوم کودکان در آنجا سوءتغذیه دارند، فراهم می‌کند (Chaudhary *et al.*, 2014). تا سال ۲۰۵۰ تقاضا برای ذرت در کشورهای درحال‌توسعه دو برابر تقاضای فعلی خواهد شد (Von Braun *et al.*, 2010) و این در حالی است که هرساله عملکرد ذرت در دنیا به سبب رخداد خشکی حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد کاهش می‌یابد و در سال‌های آینده این میزان به سبب خشکی‌های شدیدتر بیشتر خواهد شد (FAO, 2014). در ایران نیز زراعت ذرت در سال‌های اخیر از رونق زیادی برخوردار بوده و استفاده از آن در تغذیه دام و طیور و مصارف صنعتی گسترش یافته است (Emam and Niknejad, 2004). سطح زیر کشت ذرت در ایران در سال ۲۰۱۴ حدود ۳۵۰ هزار هکتار بوده و تولید آن به یک میلیون و دویست و پنجاه هزار تن رسیده است (FAO, 2014).

ذرت به دلیل قابلیت‌های زیاد از جمله موارد متعدد مصرف در بسیاری از کشورها به‌طور گسترده کشت می‌شود این گیاه، علاوه بر آن که علوفه‌ای بسیار مطلوب برای دام می‌باشد، از نظر تأمین انرژی برای دام نیز مناسب است (Karimi, 2007). ذرت یکی از گیاهان استراتژیک است که زمان برداشت بر عملکرد کمی و کیفی علوفه آن بسیار مؤثر است. فاکتورهای متعددی شامل عوامل قابل کنترل مدیریتی و عوامل محیطی غیر قابل کنترل بر کیفیت علوفه تأثیر می‌گذارند. کیفیت علوفه و عملکرد آن رابطه معکوسی با همدیگر دارند (Sedighiniya, 2003). زمان برداشت یکی از مهمترین و اصلی‌ترین فاکتورهای مؤثر بر کیفیت علوفه (محتوای پروتئین خام و قابلیت هضم ماده خشک) می‌باشد. علوفه‌ای که در مراحل اولیه رشد رویشی برداشت می‌گردد، بالاترین ارزش غذایی را برای دام دارد. با افزایش سن گیاه، در زمان برداشت تغییر زیادی در خوش خوراکی و قابلیت هضم آن ایجاد می‌گردد (Ghanbari *et al*., 2009; Nazari *et al.*, 2014). اگرچه ذرت توانایی تولید ماده خشک بالایی دارد، اما مشکل اصلی ذرت پایین بودن محتوای پروتئین خام آن است (Eskandari and Ghanbari, 2009). با تعیین زمان مناسب برداشت جهت تأمین علوفه دام، می‌توان هم از لحاظ کمی و هم از نظر خصوصیات کیفی، خوش خوراکی و ارزش غذایی علوفه، حداکثر تولید و عملکرد را به‌دست آورد. برداشت دیر هنگام ذرت به منظور استفاده از علوفه آن موجب افزایش عملکرد کمی می‌گردد؛ این در حالی است که با نزدیک شدن به پایان دوره رشد گیاه، کیفیت علوفه آن کاهش می‌یابد. این دو عامل عکس یکدیگر عمل می‌کنند، بنابراین بایستی مناسب‌ترین زمان برداشت علوفه ذرت را تعیین نمود تا در نتیجه آن بالاترین عملکرد با بهترین کیفیت حاصل گردد (Rezvani'moghadam and Nasiri'mahalati, 2004).

همانطور که در فوق اشاره شد در کشور ایران با توجه به کمبود مراتع غنی و تراکم زیاد دام در آنها، تولید ذرت علوفه‌ای اهمیت ویژه‌ای دارد. مشکلات زیست‌محیطی ناشی از کاربرد کودهای

شیمیایی، انرژی کمکی و سایر نهاده‌های تولید به مقدار بیش از حد مجاز، تأثیر سویی بر چرخه‌های زیستی و پایداری بوم‌نظام‌های زراعی داشته است (Ibrahim'ghoochi *et al.*, 2013). برای توسعه کشاورزی پایدار اجرای سیستم‌های کشاورزی با نهاده کافی به صورت تلفیق مصرف کودهای شیمیایی، زیستی و آلی به منظور تولید محصول و حفظ عملکرد در سطح قابل قبول راهکار موثری است (Sharma, 2003). کودهای آلی علاوه بر دارا بودن منبع ماده آلی برای تقویت خاک و مواد مغذی، یکی از کودهای ارزان قیمت در مقایسه با کودهای متداول در تولید گیاهان زراعی است و از نظر محتوی نیتروژن غنی است (Hirzell and Walter, 2008). با توجه به شرایط آب و هوایی کشور و خشکسالی‌های اخیر انجام آزمایشات و ارائه راهکارهای مناسب جهت افزایش عملکرد و کیفیت پایدار محصولات کشاورزی و استفاده بهینه از اراضی کشاورزی و حفظ مراتع و منابع طبیعی از ضروریات کشاورزی است. با توجه به اهمیت تولید ذرت در کشور و استفاده بهینه از منابع موجود در راستای کشاورزی پایدار و لزوم تعیین مناسب‌ترین زمان برداشت جهت حصول حداکثر عملکرد کمی و کیفی، این آزمایش با هدف بررسی همزمان اثرات مدیریت تلفیقی کود و بقایا بر شاخص‌های کمی و کیفی علوفه ذرت طی دو زمان برداشت انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی سیستم تلفیقی مدیریت کودی و بقایا بر کمیت و کیفیت علوفه ذرت در دو مرحله فنولوژیکی رشد، آزمایشی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل سطوح مختلف سیستم تلفیقی مدیریت کودی در ده سطح: (شاهد، ۳۰ درصد بقایای گندم، ۶۰ درصد بقایای گندم، ۹۰ درصد بقایای گندم، ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست، ۶۰ درصد ورمی‌کمپوست، ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست، ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست به‌علاوه ۹۰ درصد بقایای گندم، ۴۰ درصد ورمی‌کمپوست به‌علاوه ۶۰ درصد بقایای گندم و ۷۰ درصد ورمی‌کمپوست به‌علاوه ۳۰ درصد بقایای گندم) و فاکتور دوم زمان برداشت در دو سطح: (برداشت در مرحله شیری و خمیری) بودند.

مقدار ورمی‌کمپوست مورد استفاده بر مبنای ۱۰ تن در هکتار محاسبه گردیده و میزان بقایای گندم بر اساس ۵ تن در هکتار برآورد گردیده است (بر اساس میانگین عملکرد کاه و کلش گندم در منطقه). قبل از کاشت نمونه خاک، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شد (جدول ۱).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- Physical and chemical properties of soil

بافت Texture	pH	EC	Mg	Ca	Na	K	SO_4	OC	T.N.V.	N	P	تخلخل Porosity
		($dS\ m^{-1}$)	($meq\ L^{-1}$)					($g\ kg^{-1}$ Soil)	(%)		(ppm)	
لوم رسی Loam clay	8.03	3.39	8.8	6	18.8	0.34	16.2	9.7	12.8	0.019	6.11	35

جدول ۲- نتایج تجزیه بقایای گندم استفاده شده در آزمایش

Table 2- Results of the decomposition of wheat residues used in the experiment

N	P	K	Protein	C/N
(%)				
0.42	0.27	1.79	2.53	23.04

جدول ۳- خواص و ترکیب عناصر در ورمی‌کمپوست استفاده شده در آزمایش

Table 3- Properties and combination of elements in the vermicompost used in the experiment

OC	N	P	K
(%)			
8.16	1.72	0.35	0.64

جهت انجام آزمایش، عملیات آماده‌سازی زمین از اوایل فروردین سال ۱۳۹۶ آغاز گردید که شامل دو مرحله شخم، دیسک و لولر جهت تسطیح کامل زمین و آماده‌سازی بستر کاشت بود. پس از خردکردن کلوخه‌ها توسط دیسک و تسطیح زمین به‌وسیله لولر، زمین به‌صورت جوی و پشته آماده گردید. نقشه کاشت به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار پیاده گردید.

به‌منظور اعمال تیمارها ابتدا بستر کاشت بر اساس زمان برداشت در دو مرحله شیری و خمیری به دو قسمت مساوی تقسیم شد. سپس همه بلوک‌ها به صورت عمودی به ده کرت مساوی تقسیم شدند و در هر کدام از آنها سطوح مختلف کودی در ده سطح روی بقایای کاه و کلش گندم (ساقه‌های قطع شده) و ورمی‌کمپوست اعمال شد. ابتدا بقایای کاه و کلش گندم با خاک مخلوط گردید. ورمی‌کمپوست به‌کار رفته در آزمایش نیز با استفاده از کود دامی و گونه‌ای کرم خاکی به نام *Eisenia foetida* در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل تهیه گردید. جهت اعمال تیمارها، در کنار هر خط کاشت، شیاری در سراسر پشته به عمق ۵ سانتی‌متر ایجاد نموده و کود ورمی‌کمپوست را در داخل شیار ریخته و به‌وسیله شن‌کش روی آن خاک داده شد. به منظور تأمین نیاز غذایی خاک و گیاه در قطعه زمین مورد نظر طبق جواب آزمایش خاک به مقدار ۵۰، ۷۰ و ۱۰۰ کیلوگرم به‌ترتیب از منبع اوره، فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل و پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به‌ترتیب در مرحله آماده‌سازی زمین مصرف گردید. پس از اعمال تیمارهای کودی عملیات خاک‌ورزی انجام شد. علاوه بر آن میزان ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن از منبع اوره نیز طی دو مرحله پنجه‌زنی و ساقه رفتن به‌صورت سرک در اختیار گیاه قرار داده شد. آزمایش جمعاً شامل ۶۰ کرت بود. هر کرت شامل ۴ خط کاشت به طول ۴ متر با فاصله بین خطوط ۵۰ سانتی‌متر و فواصل بین بوته روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. مساحت هر کرت ۱۶ متر مربع، فواصل بین کرت‌ها یک متر و فواصل بین تکرارها ۱/۵ متر بود. بذرهای ذرت، بر اساس تیمارهای آزمایش کشت شدند. کاشت به‌صورت هیرم‌کاری انجام و پس از سبز شدن در مرحله ۴ برگی نسبت به تنک نمودن بوته‌ها برای رسیدن به تراکم دلخواه (۱۰۰ هزار بوته در هکتار) اقدام گردید. در طول دوره رشد مراقبت‌های زراعی اعمال شد.

بذر ذرت رقم فجر یا K.S.C 260 از شرکت کشاورزی برکت جوین تهیه شد. ارقام زودرس ذرت که شامل گروه‌های رسیدن FAO 100-400 هستند، نسبت به ارقام دیررس طول دوره رشد و نمو کوتاه‌تری دارند و می‌توانند در اکثر مناطق ذرت‌کاری ایران به‌خصوص در مناطق سرد و معتدل به صورت کشت دوم و در مناطق بسیار سرد کشور در کشت اول (بهاره) مورد استفاده قرار گیرند. کشت در مناطق گرم نیز برای کشت تابستانه حداکثر تا نیمه اول تیرماه امکان‌پذیر است. کاشت ارقام دیررس در مناطق فوق به‌دلیل محدودیت طول فصل زراعی و محدودیت آب، قبل از مرحله گلدهی و یا قبل از پر شدن دانه، با سرما یا گرما مواجه می‌شود و سبب اُفت کمی و کیفی محصول می‌شود، بنابراین معرفی و کشت هیبریدهای پرمحصول زودرس ذرت می‌تواند علاوه بر حل مشکل فوق از خسارت وارده به کشاورزان و افت تولید در کشور جلوگیری کند (Dehghan'poor, 2010).

لاین پدری (K 615/1) این هیبرید از یک رقم محلی که در اواسط دهه ۵۰ از استان اصفهان جمع‌آوری شده بود استخراج شد و طی سال‌های متمادی خودگشنی، به خلوص رسید. لاین مادری (K 1264/5-1) این هیبرید در اواخر دهه ۵۰ از یک جمعیت محلی از استان فارس جمع‌آوری و خودگشنی آن از همان سال‌ها شروع شد و طی سال‌های متمادی بررسی و در سال ۸–۱۳۷۷ به خلوص رسید. در سال ۱۳۷۷ برای اولین بار تلاقی بین این دو لاین (K 1264/5-1× K 615/1) در کرج انجام شد و با نام سینگل‌کراس (KSC 260) در بررسی مقدماتی در سال ۱۳۷۸ با میانگین عملکرد دانه ۱۰/۹۳ تن در هکتار به‌عنوان رقم برتر از شاهد KSC 260 (با میانگین عملکرد ۶/۳۶ تن در هکتار) گزینش شد (Dehghan'poor, 2010).

پس از هر مرحله در زمان برداشت شیری و خمیری شدن دانه‌ها، اقدام به برداشت بوته‌ها از سطح یک متر مربع انجام گردید و اندام‌های گیاه به تفکیک برگ، ساقه، بلال و اندام نر به‌طور جداگانه در آون و در دمای ۷۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری و پس از ۴۸ ساعت اقدام به اندازه‌گیری وزن خشک هر بخش از اندام گیاه گردید. در نهایت وزن کل برداشتی در یک متر مربع به هکتار تعمیم داده شد و جهت به‌دست آوردن عملکرد پروتئین از ضرب درصد پروتئین در عملکرد خشک اندام هوایی استفاده گردید. ویژگی‌های کیفی شامل: خاکستر (Ash)، پروتئین خام (CP[1])، هیدرات‌های کربن محلول در آب (WSC[2])، ماده خشک قابل هضم (DMD[3])، الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی (NDF[4])، الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی (ADF[5])، فیبرخام (CF[6]) با استفاده از دستگاه Near Infra Red اندازه‌گیری شدند. آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام می‌شود.

نتایج و بحث

وزن خشک برگ

نتایج تجزیه واریانس اثر فاکتورها بر وزن خشک علوفه ذرت در سال اول آزمایش در جدول ۴ نشان داده شده است. اثر مرحله برداشت، اثر سیستم‌های تلفیقی کود و اثر برهمکنش آنها بر وزن خشک برگ بسیار معنی‌دار بود (جدول ۴).

1- Crude Protein
2- Water-soluble Carbon Hydrates
3- Dry Matter Digestibility
4- Neutral Detergent Fiber
5- Acidic Detergent Fiber
6- Crude Fiber

جدول ٤- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر مرحله برداشت و سیستم تلفیقی مدیریت کودی بر وزن خشک علوفه ذرت

Table 4- Analysis of variance (mean of squares) for the effects of harvest stage and integrated fertilizer management on dry weight forage maize

منبع تغییرات (S.O.V)	df	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight	وزن خشک بلال Ear dry weight	وزن تاسل Tassal Weight
تکرار Replication	2	190.41ns	111.61ns	226.71ns	7.01ns
مرحله برداشت Harvest stage	1	1008.60**	10507.26**	16867.26**	21.60**
سیستم تلفیقی مدیریت کودی Integrated fertilizer management	9	1601.25**	2131.28**	5580.70**	6.22*
اثرات متقابل ورمی‌کمپوست و بقایای گیاهی Interaction of vermicompost and crop Residues	9	622.63**	690.48**	3397.67**	5.007*
خطا Error	38	122.59	81.56	157.34	2.20
ضریب تغییرات (٪) Coefficient of variation (%)	-	9.66	8.59	11.16	15.22

ns: Non significant

*and**: significant at 5 and 1% probability level

ns: غیر معنی‌دار

* و **: معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

مقایسه میانگین فاکتورهای مورد بررسی نشان داد کـه بیشـترین وزن خشک برگ (۱۴۶ گرم) در مرحله شیری شدن دانه و در شـرایط کاربرد ۷۰ درصد ورمی‌کمپوست بـه‌عـلاوه ۳۰ درصـد بقایـای گنـدم به‌دست آمد (جدول ۵). اهمیت توجه به صفت وزن خشـک بـرگ بـه این دلیل است که کشت ذرت با هدف تولید علوفه اجرا شده، لـذا هـر عاملی که این صفت را بهبود بخشد، بر کیفیت تغذیه علوفه ذرت نیـز تأثیرگذار خواهد بود. در کلیه نسبت‌هـای کـودی، وزن بـرگ گیاهـان ذرت به‌طور میانگین بیشتر از تیمار شاهد بود که نشان می‌دهد تیمـار ۷۰ درصد ورمی‌کمپوست به‌علاوه ۳۰ درصد بقایـای گنـدم در مرحلـه برداشت شیری تعداد برگ بیشتری در مقایسه بـا تیمـار شـاهد تولیـد کرده‌اند. احتمالاً خواص موجود در ورمی‌کمپوست و بقایـای گنـدم، از طریق افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد و فعالیـت ریزموجـودات، باعـث افـزایش در تعـداد بـرگ و سطح برگ و در نتیجه افزایش وزن خشـک برگ شده است.

صـفایی و همکـاران (Safa'i *et al.*, 2012) در آزمایشـی کـه عوامل آن شامل سه سطح کمپوسـت (۰، ۱۱۲۵ و ۲۲۵۰ کیلـوگرم در هکتار) و سه سطح کود نیتروژن (۰، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتـار) و دو رقم گلرنگ (گلدشت و فرامان) بود به این نتیجه رسیدند که کاربرد کمپوست به میزان ۲۲۵۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با سایر تیمارها بر شاخص سطح برگ بیشترین تاثیر را داشت و نیز با مصـرف ۱۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کمپوست، بیشترین وزن خشک برگ تولید شد.

بخشی از کمتر بودن وزن خشک برگ در مرحله خمیـری نسـبت به مرحله شیری می‌تواند به دلیل ویژگی انتقال مجـدد مـواد و تغییـر جهت رابطه منبع و مخزن در گیاه باشد. در مطالعات دیگر در نتـایجی مخالف با نتایج این تحقیق، رشد بیشتر گیاه در مرحله خمیری نسـبت به مرحله شیری شدن دانه مـی‌توانـد دلیـل افـزایش عملکـرد باشـد. افزایش عملکرد ماده خشک با افـزایش سـن توسـط سـایر محققـین گزارش شده است (Gul *et al.*, 2008).

وزن خشک ساقه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر مرحله برداشت، اثـر سیستم‌های تلفیقی کود و اثر برهمکنش آنهـا بـر وزن خشـک سـاقه بسیار معنی‌دار بـود (جـدول ۴). مقایسـه میـانگین فاکتورهـای مـورد بررسی نشان داد که بیشترین وزن خشـک سـاقه (۱۸۵/۳۳ گـرم) در مرحله شیری شدن دانه و در شرایط کاربرد ۷۰ درصد ورمی‌کمپوسـت به‌علاوه ۳۰ درصد بقایای گندم به‌دست آمـد (جـدول ۵). یـک دلیـل قابل استناد برای برتری تیمار ۷۰ درصد ورمی‌کمپوست بـه‌عـلاوه ۳۰ درصد بقایای گندم، وجود ساقه‌های ضخیم و توپر و ارتفاع بلندتر گیاه ذرت در مقایسه با دیگر تیمارها بوده که باعث افـزایش چنـد برابـری وزن خشک ساقه شده است. می‌توان این‌طور بیـان کـرد کـه افزایش قابلیت دسترسی‌گیاه به عناصر غذایی با مصرف کودهای آلـــــــی و افـــزایش رشد و فتوسنتز بـــه دلیل افزایش سطح برگ گیاه از عوامل افزایش عملکرد در تیمار تغذیه گیاه با ورمی‌کمپوست همراه با کـاربرد بقایای گیاهی می‌باشد.

جدول ۵- اثر متقابل مرحله برداشت و سیستم تلفیقی مدیریت کودی بر وزن خشک علوفه ذرت

Table 5- Interaction of harvest stage and integrated fertilizer management on dry weight forage maize

تیمارهای آزمایشی Treatments		وزن خشک برگ Leaf dry weight		وزن خشک ساقه Stem dry weight		وزن خشک بلال Ear dry weight		وزن تاسل Tassal Weight	
مرحله برداشت Harvest stage	سیستم تلفیقی مدیریت کودی Integrated fertilizer management								
شیری Milky	عدم کوددهی (شاهد) Without fertilizer (Control)	90	hi	104.33	def	61.33	lm	10.33	abcd
	۳۰٪ بقایای گیاهی 30% Crop residues	116.33	cdefg	130.66	b	95	hij	9.33	bcd
	۳۰٪ ورمی‌کمپوست 30% Vermicompost	92	hi	99	efg	53	m	11	abc
	۶۰٪ ورمی‌کمپوست 60% Vermicompost	141	ab	103.66	defg	94.67	hij	12.33	a
	۶۰٪ بقایای گیاهی 60% Crop residues	101	fghi	130.33	b	71	klm	10.33	abcd
	۹۰٪ بقایای گیاهی 90% Crop residues	91.66	hi	95	efghi	83.33	jkl	7.33	d
	۱۰۰٪ ورمی‌کمپوست 100% Vermicompost	87	i	125.33	bc	64	lm	9.66	abcd
	۹۰+۱۰ (ورمی‌کمپوست+ بقایای گیاهی) 10+90 (Vermicompost+Crop residues)	115.66	cdefg	109.66	cde	145.67	de	10	abcd
	۳۰+۷۰ (ورمی‌کمپوست+ بقایای گیاهی) 30+70 (Vermicompost+Crop residues)	146	a	185.33	a	131.33	ef	8	bcd
	۶۰+۴۰ (ورمی‌کمپوست+ بقایای گیاهی) 40+60 (Vermicompost+Crop residues)	124.33	bcde	99.33	efg	178.67	b	10.33	abcd
خمیری Doughy	عدم کوددهی (شاهد) Without fertilizer (Control)	103	fghi	81	hij	105.33	ghij	9	bcd
	۳۰٪ بقایای گیاهی 30% Crop residues	133	abcd	110.33	cde	112.67	fgh	10	abcd
	۳۰٪ ورمی‌کمپوست 30% Vermicompost	98	ghi	98	efgh	96	hij	8.33	bcd
	۶۰٪ ورمی‌کمپوست 60% Vermicompost	136.66	abc	118.66	bcd	101.33	hij	11.33	ab
	۶۰٪ بقایای گیاهی 60% Crop residues	115	defg	89	fghi	170.67	bc	9.33	bcd
	۹۰٪ بقایای گیاهی 90% Crop residues	121.33	bcdef	86.66	ghij	155.67	cd	9.33	bcd
	۱۰۰٪ ورمی‌کمپوست 100% Vermicompost	98	ghi	71	j	87.33	ijk	7.66	d
	۹۰+۱۰ (ورمی‌کمپوست+ بقایای گیاهی) 10+90 (Vermicompost+Crop residues)	145.33	a	90.66	fghi	126	efg	10.33	abcd
	۳۰+۷۰ (ورمی‌کمپوست+ بقایای گیاهی) 30+70 (Vermicompost+Crop residues)	125.33	abcde	78.66	ij	204.67	a	12.66	a
	۶۰+۴۰ (ورمی‌کمپوست+ بقایای گیاهی) 40+60 (Vermicompost+Crop residues)	110	efgh	94	efghi	109	fghi	8.33	bcd

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک ، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means in each column follow by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

کرمـی و نیـازی (Karami And Niazi, 2005) اثـرات مثبـت منابع مختلف مواد آلـی را بـر عملکـرد ذرت مثبـت گـزارش نمودنـد.

روغنیان (Roghanian, 2005) در بررسی تاثیر شیرابه زباله و کود کمپوست بر پاسخ‌های گیاه ذرت نشان داد که استفاده از کمپوست در هر سه سطح ۳۰، ۱۵ و ۶۰ تن در هکتار باعث افزایش معنی‌دار وزن تر و خشک گیاه گردید.

چندا و همکاران (Chanda *et al.*, 2011) بیان کردند که بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی بستر کشت به‌وسیله کمپوست زباله شهری دلیل افزایش رشد گیاه نسبت به تیمار شاهد می‌باشد. علاوه بر عناصر غذایی و مواد آلی، کمپوست و ورمی‌کمپوست دارای مقادیر زیادی مواد هیومیکی می‌باشد، که این مواد از طریق بهبود زیست فراهمی عناصر غذایی خاص، به‌ویژه آهن و روی و اثر مستقیم بر متابولسیم گیاهی باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌گردند (Tartoura, 2010).

البته به این نکته نیز اشاره شده که اضافه نمودن مقدار کل بقایای گیاهی در مقایسه با سوزندان کامل بقایا، عملکرد ذرت را بیش از ۵۰ درصد بهبود بخشید. این افزایش عملکرد در نتیجه کاهش در تلفات روان آب (تا ۵۰ درصد) و آبشوی عناصر (تا ۸۰ درصد) و نیز بهبود توزیع آب و عناصر غذایی در تمام طول دوره رشد گیاه (تا ۸۰ درصد) حاصل شد (Miller *et al.*, 2002). همچنین اظهار شده است با آنکه عملکرد ذرت و گندم با کاربرد بقایای گیاهی افزایش یافت ولی مخلوط کردن بقایا در مقایسه با مقدار کل بقایا اثر بهتری بر عملکرد داشت (Fischer *et al.*, 2002).

دلیل کمتر بودن وزن خشک ساقه در مرحله خمیری نسبت به مرحله شیری را می‌توان چنین بیان کرد که علاوه بر وجود ارتفاع کمتر و ساقه‌های ضعیف‌تر، ناشی از این نکته نیز می‌باشد که گیاهان ذرت به لحاظ فنولوژیکی در مرحله اوایل دانه‌بندی بوده که می‌تواند با ویژگی انتقال مجدد مواد و تغییر جهت رابطه منبع و مخزن در این گیاه در ارتباط باشد. نسبت برگ به ساقه به عنوان یکی از شاخص‌های رشد گیاهان از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. همچنان که گیاه بالغ می‌شود و ساقه‌ها رشد می‌کنند، نسبت برگ به ساقه در علوفه کاهش می‌یابد. در گراس‌ها در مراحل اولیه رشد ساقه‌ها کوتاه و نسبت برگ به ساقه در آن‌ها زیاد است. وقتی که رشد گیاه کامل شد، ساقه‌ها بیشتر حجم علوفه تولیدی را به خود اختصاص می‌دهند (Arzani, 2009).

وزن خشک تاسل و بلال

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر مرحله برداشت، اثر سیستم‌های تلفیقی کود و اثر برهمکنش آنها بر وزن خشک تاسل و وزن خشک بلال معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین فاکتورهای مورد بررسی نشان داد که بیشترین وزن خشک تاسل (۱۲/۶۶ گرم) و بیشترین وزن خشک بلال (۲۰۴/۶۷ گرم) در مرحله خمیری شدن دانه و در شرایط کاربرد ۷۰ درصد ورمی‌کمپوست به‌علاوه ۳۰ درصد بقایای گندم به‌دست آمد (جدول ۵). وزن خشک اندام‌های زایشی در ذرت شامل وزن تاسل و وزن بلال و دانه‌ها بود. به هر حال وزن اندام‌های زایشی در مقایسه با دو صفت وزن خشک برگ و ساقه از اهمیت کمتری در تولید علوفه برخوردار است. نکته قابل توجه در خصوص صفت وزن خشک تاسل این است که زمان برداشت گیاه بر کمیت این صفت، تأثیرگذار بود. شایان ذکر است اثر صفت وزن خشک اندام‌های زایشی بر وزن خشک ساقه را می‌توان چنین تفسیر نمود که بخشی از کمتر بودن وزن خشک ساقه در مرحله خمیری نسبت به مرحله شیری علاوه بر وجود ارتفاع کمتر و ساقه‌های ضعیف‌تر، ناشی از این نکته نیز می‌باشد که گیاهان ذرت به لحاظ فنولوژیکی در مرحله اوایل دانه‌بندی بوده که می‌تواند با ویژگی انتقال مجدد مواد و تغییر جهت رابطه منبع و مخزن در این گیاه در ارتباط باشد. این مسئله باعث شد که به‌طور معمول وزن اندام‌های زایشی گیاهان ذرت در مرحله خمیری بیشتر از وزن اندام‌های زایشی در مرحله شیری باشد. لذا بیشتر بودن وزن خشک اندام های زایشی ذرت ناشی از سنگین تر بودن بلال‌های تولیدی و دانه‌های درون آن می‌باشد.

استفاده از کودهای زیستی کمپوستی و غیر کمپوستی باعث افزایش عملکرد دانه در گیاهان زراعی می‌گردد (Ghanbari *et al.*, 2013). علاوه بر عناصر غذایی و مواد آلی، کمپوست و ورمی‌کمپوست دارای مقادیر زیادی مواد هیومیکی می‌باشد، که این مواد از طریق بهبود زیست فراهمی عناصر غذایی خاص، به‌ویژه آهن و روی و اثر مستقیم بر متابولسیم گیاهی باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌گردند (Tartoura, 2010).

قابلیت هضم ماده خشک (DMD)

نتایج تجزیه واریانس اثر فاکتورها بر خصوصیات کیفی ذرت در سال اول آزمایش در جدول ۶ نشان داده شده است. اثر مرحله برداشت و برهمکنش آن با سیستم‌های تلفیقی کود بر قابلیت هضم ماده خشک معنی‌دار بود، اما اثر ساده سیستم‌های تلفیقی کود معنی‌دار نبود (جدول ۶).

مقایسه میانگین اثرات متقابل فاکتورهای مورد بررسی نشان داد که بیشترین قابلیت هضم ماده خشک (۶۹/۷۲ درصد) در مرحله شیری شدن دانه و در شرایط کاربرد ۶۰ درصد بقایای گندم به‌دست آمد (جدول ۷). مرحله رشد در زمان برداشت، مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده کیفیت علوفه، یک گونه معین است. کیفیت علوفه با پیشرفت مراحل رشد کاهش می‌یابد (Arzani, 2009). دلیل افزایش قابلیت هضم در زمان شیری شدن دانه را می‌توان، افزایش مقدار وزن برگ نسبت به ساقه و افزایش درصد پروتئین خام علوفه دانست.

جدول ٦- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر مرحله برداشت و سیستم تلفیقی مدیریت کودی بر صفات کیفی ذرت

Table 6- Analysis of variance (mean of squares) for the effects of harvest stage and integrated fertilizer management on quality traits of maize

منبع تغییرات (S.O.V)	df	DMD	WSC	CP	CF	ADF	NDF	Ash	عملکرد پروتئین Protein yield
تکرار Replication	2	17.001ns	4.408ns	0.063ns	4.73ns	28.17ns	25.90*	0.14ns	20533.13ns
مرحله برداشت Harvest stage	1	93.67**	8.97ns	39.60**	63.57**	51.54*	12.73ns	3.27**	123685.2*
سیستم تلفیقی مدیریت کودی Integrated fertilizer management	9	16.16ns	18.91**	0.97ns	5.89*	14.17ns	15.80*	0.33ns	545094.6*
اثرات متقابل ورمی‌کمپوست و بقایای گیاهی Interaction of vermicompost and crop Residues	9	25.52*	17.59**	1.114ns	3.66ns	22.95*	12.67ns	0.38ns	21067.8ns
خطا Error	38	10.29	5.25	1.52	2.19	9.12	6.96	0.23	22682.94
ضریب تغییرات (٪) Coefficient of variation (%)	-	4.90	13.13	14.49	4.30	10.81	5.40	7.004	25.1

ns: غیر معنی‌دار

ns: Non significant

* و **: معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

*and**: significant at 5 and 1% probability level

CP= Crude Protein
WSC= Water-Soluble Carbon Hydrates
DMD= Dry Matter Digestibility
NDF= Neutral Detergent Fiber
ADF= Acidic Detergent Fiber
CF= Crude Fiber

ارزانی (Arzani, 2009) بیان نمود که کاهش نسبت برگ به ساقه، یک عامل اصلی کاهش کیفیت علوفه، هم‌زمان با پیشرفت مراحل رشد است. برگ‌ها کیفیت مطلوب‌تری نسبت به ساقه‌ها دارند و هم‌چنان که گیاه بالغ می‌شود، مقدار برگ‌ها در علوفه کاهش می‌یابد. هضم‌پذیری کمتر ساقه نسبت به برگ، مرتبط با ویژگی آناتومی آنها است. قسمت اعظم ساختمان پهنک برگ به نام مزوفیل، از سلول‌های پارانشیمی با دیواره نازک سلولزی تشکیل شده است، در صورتی‌که بیشتر حجم ساقه را بافت‌های نگاه دارنده یا مکانیکی شامل، کلانشیم و به‌ویژه اسکلرانشیم تشکیل می‌دهد. در این گونه بافت‌ها نسبت به بافت پارانشیمی، غشاء سلولی ضخیم‌تر شده و با پیشرفت مراحل رشد بر ضخامت آن‌ها افزوده و به‌طور کامل چوبی (پدیده لیگنیفیکاسیون) می‌شود، در نتیجه هضم‌پذیری آن‌ها کمتر خواهد شد. مهاجری و همکاران (Mohajeri *et al.*, 2015) در ارزیابی عملکرد کمی و کیفی دو رقم ذرت علوفه‌ای در نظام‌های زراعت متداول نشان دادند بیشترین مقادیر ارتفاع بوته و نیتروژن برگ از نظام تولید متداول و بیشترین عملکرد علوفه‌تر و خشک از نظام تولید تلفیقی حاصل گردید. نتایج سایر محققین نیز تأثیر مثبت کود آلی (ورمی‌کمپوست) را بر ویژگی‌های گیاهان نشان می‌دهد (Samuel *et al.*, 2015, Lazcano *et al.*, 2011). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین قابلیت هضم ماده خشک در شرایط کاربرد ۶۰ درصد بقایای گندم به‌دست آمد و اکثر تیمارهای دیگر با این تیمار در یک گروه آماری قرار گرفتند. احتمالاً دلیل افزایش میزان هضم ماده خشک قابل هضم تحت تأثیر ورمی‌کمپوست و بقایای گندم به دلیل افزایش ماده آلی و عناصر خاک باشد. رمرودی و همکاران (Ramroudi *et al.*, 2005) گزارش نمودند گیاهان پوششی و کود نیتروژن باعث افزایش ماده خشک قابل هضم سورگوم می‌شود. المدرس و همکاران (Almodares *et al.*, 2009) گزارش نمودند با افزایش کود نیتروژن ماده خشک قابل‌هضم روند افزایشی طی نمود که با نتایج بررسی حاضر مطابقت دارد. قابلیت هضم معمولاً بر مبنای ماده خشک محاسبه می‌شود و به صورت ضریب یا درصد، ذکر می شود و هضم به‌عنوان آماده شدن خوراک برای جذب توسط دستگاه گوارش تعریف می‌شود (McDonald *et al.*, 1991). میرلوحی و همکاران (Mirlohi *et al.*, 2000) گزارش نمودند که با افزایش میزان نیتروژن در خاک توسط بقایای گیاهان و مصرف کود نیتروژن ماده خشک قابل به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

جدول ۷- اثر متقابل مرحله برداشت و سیستم تلفیقی مدیریت کودی بر صفات کیفی ذرت

Table 7- Interaction of harvest stage and integrated fertilizer management on quality traits of maize

تیمارهای آزمایشی Treatments		DMD	WSC	ADF
مرحله برداشت Harvest stage	سیستم تلفیقی مدیریت کودی Integrated fertilizer management			
شیری Milky	عدم کوددهی (شاهد) Without fertilizer (Control)	67.08ab	17.22abc	27.02c
	۳۰٪ بقایای گیاهی 30% Crop residues	66.78ab	18.55abc	29.92abc
	۳۰٪ ورمی‌کمپوست 30% Vermicompost	68.93ab	19.20abc	33.20ab
	۶۰٪ ورمی‌کمپوست 60% Vermicompost	64.32abcd	17.08abcd	29.23bc
	۶۰٪ بقایای گیاهی 60% Crop residues	69.72a	19.43abc	29.02bc
	۹۰٪ بقایای گیاهی 90% Crop residues	64.13abcd	17.18abcd	29.09bc
	۱۰۰٪ ورمی‌کمپوست 100% Vermicompost	67.6ab	17.93abc	27.39bc
	۹۰+۱۰ (ورمی‌کمپوست+ بقایای گیاهی) 10+90 (Vermicompost+Crop residues)	66.96ab	16.35bcd	27.67bc
	۷۰+۳۰ (ورمی‌کمپوست+ بقایای گیاهی) 30+70 (Vermicompost+Crop residues)	65.43ab	16.60bcd	34.85a
	۶۰+۴۰ (ورمی‌کمپوست+ بقایای گیاهی) 40+60 (Vermicompost+Crop residues)	65.79ab	16.96abcd	28.12bc
خمیری Doughy	عدم کوددهی (شاهد) Without fertilizer (Control)	67.03ab	17.95abc	26.42c
	۳۰٪ بقایای گیاهی 30% Crop residues	62.96bcd	16.65abcd	25.22c
	۳۰٪ ورمی‌کمپوست 30% Vermicompost	59.23cd	12.93ed	25.36c
	۶۰٪ ورمی‌کمپوست 60% Vermicompost	69.06ab	20.39ab	24.32c
	۶۰٪ بقایای گیاهی 60% Crop residues	64.13abcd	21.17a	24.62c
	۹۰٪ بقایای گیاهی 90% Crop residues	63.82abcd	15.58cd	28.02bc
	۱۰۰٪ ورمی‌کمپوست 100% Vermicompost	65.68ab	17.57abc	26.83c
	۹۰+۱۰ (ورمی‌کمپوست+ بقایای گیاهی) 10+90 (Vermicompost+Crop residues)	65.06abc	19.11abc	27.25c
	۷۰+۳۰ (ورمی‌کمپوست+ بقایای گیاهی) 30+70 (Vermicompost+Crop residues)	58.59d	10.78e	28.42bc
	۶۰+۴۰ (ورمی‌کمپوست+ بقایای گیاهی) 40+60 (Vermicompost+Crop residues)	65.93ab	20.11abc	26.79c

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column follow by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan’s Multiple Range Test

CP= Crude Protein

WSC= Water-Soluble Carbon Hydrates

DMD= Dry Matter Digestibility

NDF= Neutral Detergent Fiber

ADF= Acidic Detergent Fiber

هیدرات‌های کربن محلول در آب (WSC)

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سیستم‌های تلفیقی کود و برهمکنش آن با مرحله برداشت بر درصد هیدرات‌های کربن محلول در آب بسیار معنی‌دار بود، اما اثر ساده مرحله برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۶). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بیشترین درصد هیدرات‌های کربن محلول در آب (۲۱/۱۷ درصد) در مرحله خمیری شدن دانه و در شرایط کاربرد ۶۰ درصد بقایای گندم به‌دست آمد (جدول ۷). احتشامی و همکاران (Ehteshami *et al.*, 2013) با بررسی تأثیر مدیریت تلفیقی کود را بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم ذرت علوفه‌ای نشان دادند تیمار ۷۵ درصد کود و تلقیح بذر دارای بالاترین میزان در اکثر صفات مورد بررسی بود. از نظر کیفیت علوفه نیز تیمار ۷۵ درصد کود و تلقیح بذر بیشترین قابلیت هضم علوفه خشک، پروتئین خام و کربوهیدرات محلول در آب را به خود اختصاص داد. بیشترین فیبر خام و خاکستر نیز در تیمار بدون کود و بدون تلقیح بذر با باکتری حل‌کننده فسفات مشاهده شد. همچنین، بالاترین درصد بازدهٔ نسبی زراعی و بازدهٔ زراعی کود در تیمار ۷۵ درصد کود شیمیایی و تلقیح بذر و کمترین آن در تیمار بدون کود و بدون تلقیح بود. گل و همکاران (Gul *et al.*, 2008) بیان نمودند که ذرت تا قبل از مرحله شیری شدن دانه کربوهیدرات‌های کمی ذخیره نموده و با افزایش سن گیاه این میزان افزایش می‌یابد. بسیاری از محققین بیان نمودند که گیاهان قبل از مرحله شیری شدن دانه به اندازه کافی کربوهیدرات‌های محلول در آب ذخیره نکرده و این باعث کاهش میزان کربوهیدرات‌های محلول در آب خواهد شد و بیان نمودند که کمترین میزان کربوهیدرات‌های محلول در آب در اواسط گلدهی و با افزایش رسیدگی تا مرحله خمیری سخت افزایش می‌یابد (Gul *et al.*, 2008). آگیلی (Agele, 2006) بیان نمود که با افزایش رسیدگی ذرت به دلیل انتقال مجدد کربوهیدرات‌های محلول در آب از برگ و ساقه به دانه، عملکرد دانه بهبود می‌یابد، همچنین میزان کربوهیدرات‌های محلول در آب در ساقه بیشتر از برگ بوده و افزایش نسبت ساقه به برگ باعث افزایش کربوهیدرات‌های محلول در آب علوفه خواهد شد.

کربوهیدرات‌های محلول که بخش عمده‌ای از کربوهیدرات‌های غیرساختمانی را تشکیل داده، یکی از مهمترین اجزای تعیین‌کننده کیفیت علوفه است که وظیفه آن تأمین انرژی برای میکروارگانیسم‌های شکمبه و حفظ سلامت دستگاه گوارشی دام می‌باشد (Lithourgidis *et al.*, 2006). میرلوحی و همکاران (Mirlohi *et al.*, 2000) گزارش نمودند که با افزایش میزان نیتروژن در خاک توسط بقایای گیاهان و مصرف کود نیتروژن درصد قندهای محلول در آب به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. وارد و همکاران (Ward *et al.*, 2001) گزارش نمودند افزایش قندهای محلول در آب ناشی از کود نیتروژن حاصل از بقایای گیاهان می‌باشد.

درصد پروتئین خام و عملکرد پروتئین

اندازه‌گیری پروتئین خام در تنظیم جیره دام به منظور حفظ وضعیت گوارش نشخوارکنندگان مورد توجه قرار دارد (National Research Council, 1978). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر مرحله برداشت بر درصد پروتئین خام بسیار معنی‌دار بود، اما اثر ساده سیستم‌های تلفیقی کود و برهمکنش آن با مرحله برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۶). همچنین اثر مرحله برداشت و سیستم‌های تلفیقی کود در سطح پنج درصد معنی‌دار اما اثر متقابل دو فاکتور تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد پروتئین خام (۹/۳۲ درصد) در مرحله شیری شدن دانه به‌دست آمد (جدول ۸).

بالا بودن پروتئین خام تا مرحله شیری شدن دانه بیانگر این موضوع است که در این مرحله از رشد حداکثر پروتئین خام و فرآورده‌های فتوسنتزی را در گیاه داریم، اما با شروع مرحله خمیری شدن دانه، به‌تدریج از کمیت و کیفیت علوفه و پروتئین خام کاسته شده و در مقابل شاهد افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانه خواهیم بود. نتایج سایر محققان نیز نشان داد که برداشت در مراحل اولیه نسبت به مراحل بعدی باعث افزایش کیفیت علوفه می‌گردد (Sarepoua *et al.*, 2015, Hatew *et al.*, 2016). ارزانی (Arzani, 2009) در گزارش نتایج پژوهش خود بیان کرد که بیشترین درصد پروتئین خام و ماده خشک قابل هضم علوفه ذرت به‌ترتیب در تاریخ اول و دوم لوبیا چشم بلبلی و سویا به‌دست آمد. اندام‌های گیاهان در ابتدای رشد بیشترین مقدار پروتئین خام و به دنبال آن کیفیت علوفه را دارند (Arzani, 2009). با افزایش سن گیاه میزان پروتئین خام علوفه کاهش یافت. بیشترین درصد پروتئین خام علوفه در مرحله شیری شدن دانه به‌دست آمد. کاهش پروتئین خام با افزایش رسیدگی محصول توسط سایر محققین گزارش شده است (Gul *et al.*, 2008; Selahattin and Musa, 2008).

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر مرحله برداشت و سیستم تلفیقی مدیریت کودی بر صفات کیفی ذرت

Table 8- Means comparison effects of harvest stage and integrated fertilizer management on quality traits of maize

تیمارهای آزمایشی Treatments	CP	CF	NDF	Ash	عملکرد پروتئین Protein yield
مرحله برداشت Harvest stage					
شیری Milky	9.32a	33.39b	49.31a	7.21a	629.51a
خمیری Dough	7.70b	35.45a	48.36a	6.74b	538.7b
سیستم تلفیقی مدیریت کودی Integrated fertilizer management					
عدم کوددهی (شاهد) Without fertilizer (Control)	8.64a	34.32b	49b	6.92ab	490.12c
۳۰٪ بقایای گیاهی 30% Crop residues	7.66a	34.07b	47.57b	7.08ab	543.17bc
۳۰٪ ورمی‌کمپوست 30% Vermicompost	8.32a	35.20ab	50.46ab	7.04ab	456.3c
۶۰٪ ورمی‌کمپوست 60% Vermicompost	9.19a	33.53b	47.48b	7.16ab	769a
۶۰٪ بقایای گیاهی 60% Crop residues	8.28a	33.57b	47.74b	6.65b	569.1bc
۹۰٪ بقایای گیاهی 90% Crop residues	8.40a	34.04b	48.46b	7.15b	565.3bc
۱۰۰٪ ورمی‌کمپوست 100% Vermicompost	8.74a	34.10b	47.47b	7.39a	479.3c
۹۰+۱۰ (ورمی‌کمپوست+ بقایای گیاهی) 10+90 (Vermicompost+Crop residues)	8.52a	34.73b	49.34ab	6.65b	625.7abc
۷۰+۳۰ (ورمی‌کمپوست+ بقایای گیاهی) 30+70 (Vermicompost+Crop residues)	8.82a	36.85a	52.58a	6.88ab	696.8ab
۶۰+۴۰ (ورمی‌کمپوست+ بقایای گیاهی) 40+60 (Vermicompost+Crop residues)	8.56a	33.83b	48.45b	6.82ab	645.9abc

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column follow by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

CP= Crude Protein

WSC= Water-Soluble Carbon Hydrates

DMD= Dry Matter Digestibility

NDF= Neutral Detergent Fiber

ADF= Acidic Detergent Fiber

قنبری (Ghanbari, 2000) در بررسی کشت مخلوط باقلا- گندم بیان نمود که با افزایش رسیدگی محصول درصد پروتئین خام علوفه کاهش یافت. نتایج نشان داد که برداشت در مرحله شیری شدن دانه درصد پروتئین بیشتری نسبت به مرحله خمیری شدن دانه دارد. بنابراین با توجه به هدف تولید می‌توان بیان نمود که برای تغذیه دام‌هایی با تولید شیر بیشتر و کیفیت بالاتر برداشت در مرحله شیری توصیه می‌شود، اما در این مرحله میزان عملکرد ماده خشک کاهش می‌یابد. کوریا و همکاران (Correa *et al.*, 2003) بیان نمودند که برداشت ذرت سخت در مرحله شیری باعث افزایش وزن دام، عملکرد شیر، عملکرد چربی، درصد پروتئین و چربی شیر در نژاد هلشتاین می‌گردد. مقصودی و همکاران (Maghsoodi *et al.*, 2014) تأثیر راهبردهای مدیریتی کود بر صفات مورفولوژیک و صفات کیفی ذرت را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌داری بر صفات اندازه‌گیری شده، داشتند. بیشترین میزان شاخص سطح برگ و درصد پروتئین از سطح کود زیستی به‌دست آمد. همچنین در بذور تلقیح شده با کود زیستی صفات اندازه‌گیری شده از میزان بیشتری نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) برخوردار بودند. نجفی و همکاران (Najafi *et al.*, 2013) در بررسی اثر کشت مخلوط و کود دامی بر رشد، عملکرد و غلظت پروتئین ذرت، لوبیا و گاودانه نشان دادند که کاربرد کود دامی وزن خشک علوفه، غلظت پروتئین خام و

ارتفاع ذرت را افزایش داد ولی تأثیری بر تعداد برگ در بوته ذرت نداشت. کاربرد کود دامی و کشت مخلوط ذرت و گاودانه شاخص برداشت، تعداد نیام در بوته، وزن هزار دانه و غلظت پروتئین خام در شاخساره و دانه گاودانه را افزایش داد. همانطور که از نتایج مشخص است غلظت پروتئین خام تحت تاثیر بقایای گندم و ورمی‌کمپوست در یک گروه آماری قرار گرفته، که در نسبت‌های کمتر از نظر اقتصادی بسیار با ارزش می‌باشد و همین‌طور در بلندمدت وجود بقایای گندم و ورمی‌کمپوست باعث افزایش محتوای نیتروژن و کربن آلی خاک می‌شود. مقایسه میانگین عملکرد پروتئین نشان داد که بیشتری میزان عملکرد پروتئین (۷۶۹/۰۷ کیلوگرم در هکتار) در تیمار استفاده از ۶۰ درصد ورمی‌کمپوست حاصل گردید که نسبت به تیمار شاهد ۵۶ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴) از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین تیمار ۶۰ درصد ورمی‌کمپوست با تیمار ۷۰ درصد ورمی‌کمپوست و ۳۰ درصد بقایا گندم مشاهده نگردید. نتایج مطالعه محمدآبادی و همکاران (Mohammadabadi *et al.*, 2002) نیز نشان داد که شاخص پروتئین خام گیاه علوفه‌ای شنبلیله تحت تأثیر کود آلی و کود نیتروژن قرار گرفت. پاور و همکاران (Power *et al.*, 1991) افزایش درصد پروتئین خام ذرت بعد از تیمار ماشک گل خوشه‌ای را به داشتن ریشه‌های عمیق و گسترده آن‌که قادر به جذب عناصر غذایی از اعماق خاک و نیز پوسیدن سریع بقایای آن، علاوه بر تثبیت نیتروژن که سبب افزایش نیتروژن خاک گردیده، گزارش کرده‌اند. رمرودی و همکاران (Ramroudi *et al.*, 2005) گزارش نمودند گیاهان پوششی و کود نیتروژن باعث افزایش درصد پروتئین خام سورگوم شد. این یافته‌ها با نتایج به‌دست آمده توسط المدرس و همکاران (Almodares *et al.*, 2009) مطابقت دارد.

فیبر خام (CF)

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر مرحله برداشت بر فیبر خام بسیار معنی‌دار و اثر سیستم‌های تلفیقی کود معنی‌دار، اما برهمکنش آنها معنی‌دار نبود (جدول ۶). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد فیبر خام در مرحله خمیری شدن دانه (۳۵/۴۵ درصد) و در شرایط کاربرد ۷۰ درصد ورمی‌کمپوست به‌علاوه ۳۰ درصد بقایای گندم (۳۶/۸۵ درصد) به‌دست آمد (جدول ۸). همانطور که مشاهده می‌شود، هرچه گیاه به اواخر دوره رشد نزدیک‌تر می‌شود و سن آن افزایش می‌یابد میزان فیبر و بافت‌های سلولزی در گیاه بیشتر می‌شود و از طرفی از میزان پروتئین بافت‌های گیاهی کاسته شده و کیفیت علوفه کاهش می‌یابد. نظری و همکاران (Nazari *et al.*, 2014) تأثیر زمان‌های مختلف برداشت را بر عملکرد و کیفیت علوفه ذرت تحت شرایط کشت مخلوط با گیاهان لگومینه بررسی نمودند. نتایج نشان داد که تأخیر در زمان برداشت از مرحله شیری تا مرحله خمیری سبب افزایش ماده خشک شد. بررسی‌ها نشان داد برداشت در مرحله شیری نسبت به مرحله خمیری از کیفیت علوفه بالاتری برخوردار بود. قنبری و همکاران (Ghanbari *et al.*, 2009) به بررسی تأثیر زمان برداشت بر ویژگی‌های کمی و کیفی علوفه ذرت پرداختند. نتایج نشان داد تأخیر در برداشت باعث تغییرات کیفی علوفه گردید، به طوری که باعث افزایش ماده خشک، درصد چربی، دیواره سلولی، دیواره سلولی بدون همی سلولز و لیگنین شد. همچنین، میزان کربوهیدارت محلول در آب در مرحله شیری شدن دانه نسبت به سایر مراحل در حداکثر بود و بعد از آن کاهش شدیدی یافت. میزان خاکستر و درصد پروتئین خام علوفه بعد از مرحله ظهور اندام‌های نر در ذرت ثابت بود.

الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)

الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، بخشی از الیاف که قابلیت هضم آن کمتر است را اندازه‌گیری می‌کند و شامل لیگنین خام و سلولز است (McDonald *et al.*, 1990). الیاف نامحلول در شوینده اسیدی تحت تأثیر شرایط محیطی و اکولوژیکی قرار می‌گیرد و با غالب متغیرها همبستگی معنی‌دار نشان می‌دهد. این متغیر، هیدرات‌های کربن نامحلول را به‌صورت دقیق‌تری تفکیک می‌کند و در تعیین هضم‌پذیری به‌کار می‌رود. الیاف نامحلول در شوینده اسیدی شامل سلولز و لیگنین است که با افزایش لیگنین، هضم‌پذیری کاهش می‌یابد تفاوت NDF با ADF در میزان همی‌سلولز می‌باشد و NDF نشان‌دهنده میزان سلولز، همی‌سلولز و لیگنین بوده در حالی‌که ADF فقط میزان سلولز و لگنین را شامل می‌شود (Arzani, 2009). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر مرحله برداشت و برهمکنش آن با سیستم‌های تلفیقی کود بر الیاف نامحلول در شوینده اسیدی معنی‌دار بود، اما اثر ساده سیستم‌های تلفیقی کود معنی‌دار نبود (جدول ۶). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بیشترین الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (۳۴/۸۵ گرم بر کیلوگرم ماده خشک) در مرحله شیری شدن دانه و در شرایط کاربرد ۷۰ درصد ورمی‌کمپوست به‌علاوه ۳۰ درصد بقایای گندم به‌دست آمد (جدول ۷). ابراهیم قوچی و همکاران (Ibrahim ghoochi *et al.*, 2013) کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی، زیستی و دامی را بر خصوصیات رشدی ذرت علوفه‌ای بررسی نمودند. نتایج نشان داد که عملکرد علوفه خشک تیمارهای کود شیمیایی خالص و ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود دامی به‌ترتیب ۱۹۲۳۵ و ۱۶۱۷۵ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج عملکرد کیفی نیز نشان داد که بیشترین عملکرد پروتئین، عملکرد کربوهیدرات محلول در آب، خاکستر، فیبر و فیبر محلول در شوینده اسیدی از تیمارهای کود شیمیایی خالص و تیمار ۵۰ درصد کود دامی+ ۵۰ درصد کود شیمیایی، ۷۵ درصد کود شیمیایی+ زیستی و ۵۰ درصد کود شیمیایی+ زیستی حاصل شد.

نتایج به‌دست آمده با نتایج سایر محققین که بیان نمودند ارتباط منفی و معنی‌داری بین میزان دانه و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی وجود دارد، مطابقت دارد (Selahattin and Musa, 2008). کورس و همکاران (Coors *et al.*, 1997) بیان کردند علوفه گیاهانی که با افزایش رسیدگی میزان دانه آنها بیشتر می‌شود میزان الیاف نامحلول در شوینده اسیدی آنها کاهش می‌یابد و این به خاطر افزایش میزان دانه در این گیاهان می‌باشد. با بلوغ گیاه، ساقه و برگ‌ها لیفی شده، ولی در مراحل بعدی رسیدگی افزایش فیبر با افزایش نشاسته حاصل از پر شدن دانه‌ها تعدیل می‌یابد. فروزمند و همکاران (Forouzmand *et al.*, 2005) و قنبری و لی (Ghanbari Bonjar and Lee, 2002) بیان می‌کنند که درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و سلولز علوفه با افزایش رسیدگی گیاه کاهش می‌یابد و این کاهش به خاطر افزایش مقدار دانه نسبت به کل گیاه می‌باشد، به عبارتی بهترین زمان برداشت ذرت به‌عنوان علوفه در مرحله ۱/۴ تا ۲/۳ مرحله شیری شدن دانه می‌باشد که در این مرحله حداکثر قابلیت جذب و همچنین حداکثر میزان تولید شیر در نشخوارکنندگان را دارا می‌باشد و برداشت محصول خارج از این محدوده باعث کاهش کیفیت علوفه خواهد شد. نتایج دیمارکو و همکاران (Di Marko *et al.*, 2002) نیز مؤید همین مطلب می‌باشد که میزان الیاف نامحلول در شوینده اسیدی با افزایش سن رسیدگی در ذرت کاهش می‌یابد.

همانطور که مشاهده می‌شود نسبت‌های کمتر ورمی‌کمپوست و بقایای گندم باعث کاهش الیاف نامحلول در شوینده اسیدی شده است. این موضوع احتمالاً به این دلیل باشد که در این تیمارها روند پوسیدگی مدت زمان بیشتری طول می‌کشد. در گزارش نتایج پژوهش کاکس و همکاران (Cox *et al.*, 2003) بیان شد که با افزایش نیتروژن خاک توسط پوسیدن بقایای گیاهان پیش‌کاشت، میزان درصد فیبرهای غیرمحلول در شوینده اسیدی افزایش یافت.

الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده سیستم‌های تلفیقی کود بر الیاف نامحلول در شوینده خنثی معنی‌دار بود، اما اثر مرحله برداشت و برهمکنش آن با سیستم‌های تلفیقی کود معنی‌دار نبود (جدول ۶). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین الیاف نامحلول در شوینده خنثی (۵۲/۵۸ گرم بر کیلوگرم ماده خشک) در شرایط کاربرد ۷۰ درصد ورمی‌کمپوست به‌علاوه ۳۰ درصد بقایای گندم به‌دست آمد (جدول ۸). مجیدیان و همکاران (Majidiyan *et al.*, 2016) عملکرد و کیفیت دو رقم سورگوم علوفه‌ای را تحت تأثیر کود دامی و نیتروژنی مقایسه نمودند. نتایج نشان داد در کلیه صفات مورد بررسی بیشترین میانگین به‌دلیل بهبود شرایط در جذب مواد غذایی در رقم پگاه و تیمارهای کودی تلفیقی و سپس در تیمارهای شیمیایی مشاهده شد. گل و همکاران (Gul *et al.*, 2008) بیان نمودند که زمان برداشت، فاکتور مهم در تعیین ارزش غذایی علوفه می‌باشد. صلاح الدین و موسی (Selahattin and Musa, 2008) یک رابطه منفی و معنی‌داری بین میزان دانه و الیاف حاصل از شوینده خنثی به‌دست آوردند و نمو دانه را یکی از عوامل مؤثر در کیفیت علوفه اعلام نمودند. نتایج جانسون و همکاران (Johnson *et al.*, 2001) نیز مؤید همین مطلب می‌باشد که میزان الیاف حاصل از شوینده خنثی با افزایش سن رسیدگی در ذرت کاهش می‌یابد. موسوی (Mousavi, 1995) بیان نمود که الیاف خام تیره گندمیان بالاترین افزایش را در مرحله ساقه و خوشه رفتن دارد. الیاف نامحلول در شوینده خنثی، میزان سلولز، همی‌سلولز و لیگنین را اندازه‌گیری نموده و به‌طور منفی با پتانسیل جذب علوفه همبسته است (Martin *et al.*, 1990). الیاف نامحلول در شوینده خنثی به‌عنوان یک معیار شکم پر کن دام برای پیش‌بینی مصرف اختیاری غذا مورد استفاده قرار گرفته و تحت تأثیر شرایط محیطی و اکولوژیکی مورد بررسی قرار می‌گیرد (Arzani, 2009). المدرس و همکاران (Almodares *et al.*, 2009) گزارش نمودند با افزایش کود نیتروژن فیبرخام کاهش می‌یابد که این امر باعث افزایش هضم و خوش‌خوراکی می‌شود که با نتایج بررسی حاضر مطابقت دارد.

خاکستر (Ash)

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر مرحله برداشت بر درصد خاکستر بسیار معنی‌دار بود، اما اثر ساده سیستم‌های تلفیقی کود و برهمکنش آن با مرحله برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۶). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد خاکستر (۷/۲۱ درصد) در مرحله شیری شدن دانه به‌دست آمد (جدول ۸). تغییرات میزان خاکستر علوفه نشان داد که با افزایش رسیدگی گیاه میزان خاکستر علوفه کاهش می‌یابد. بالاترین میزان خاکستر در مرحله شیری شدن دانه به‌دست آمد. با افزایش رسیدگی گیاه عناصر معدنی کاهش می‌یابد و این به خاطر فرآیند دیلوشن[1] (رقیق‌سازی) می‌باشد. تغییرات میزان خاکستر علوفه در مرحله شیری تا مرحله خمیری شدن دانه با مطالعات قبلی که بیان نموده، بیشترین و کمترین میزان خاکستر گیاهان در مرحله رویشی و رسیدگی می‌باشد، مطابقت دارد (Varmaghani, 2005). افزایش میزان خاکستر در زمان استفاده از ورمی‌کمپوست می‌تواند به‌دلیل آزاد شدن تدریجی عناصر غذایی و جذب تدریجی عناصر غذایی توسط گیاه در اثر کاربرد ورمی‌کمپوست باشد که در نتیجه باعث می‌شود درصد خاکستر که نماینده‌ای از

1- Dilution

غلظت عناصر غذایی در گیاه است افـزایش یابـد (Eghball, 2002). خاکستر دارای عناصر معدنی مختلفی از جمله کلسیم، منیزیم، فسـفر، پتاسیم، روی و منگنز می‌باشد (Danesh Mesgaran *et al*., 2004). اهمیت عناصر معدنی به دلیل نیاز آنها برای فعالیت سلول‌هـای بـدن است. یافته‌ها با نتـایج بـه‌دسـت آمـده توسـط میرلـوحی و همکـاران (Mirlohi *et al*., 2000) مطابقـت دارد، ایـن پژوهشـگران گـزارش نمودند که بقایای گیاهان پوششـی برگردانـده شـده در خـاک باعـث افزایش محتوای نیتروژن کل خاک و کربن آلی می‌شود و به تبـع آن درصد خاکستر کل در گیاه افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق اهمیت مواد آلی خاک در بهبود کیفیت علوفه را تأیید نمـود. بـا توجـه بـه نتـایج ایـن پـژوهش کـاربرد تلفیقـی کـود ورمی‌کمپوست با بقایای گندم، باعث بهبود صفات کمی و کیفی مورد بررسـی در ذرت شـده اسـت. بـه طـوری‌کـه کـاربرد ۷۰ درصـد ورمی‌کمپوست به‌علاوه ۳۰ درصد بقایای گیاهی گندم باعث افـزایش دو درصدی پروتئین نسبت به شاهد گردید. از این رو کـاربرد سیسـتم تلفیقی کود در بلندمدت باعث افزایش محتوای نیتروژن و کـربن آلـی خاک مـی‌شـود. مرحلـه رشـد در زمـان برداشـت، مهـم‌تـرین عامـل تعیین‌کننده کیفیت علوفه، یک گونه معـین اسـت. کیفیـت علوفـه بـا پیشرفت مراحـل رشـد کـاهش مـی‌یابـد. بـه طـور کلـی اسـتفاده از نسبت‌های ۷۰ و ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست و ۶۰ درصد بقایای گنـدم باعث بهبود کیفیت علوفه در زمان برداشت از مرحله شیری شدن دانه گردید.

References

1. Agele, S. O. 2006. Weather and seasonal effects on growth, seed yield and soluble carbohydrate concentrations in selected maize cultivars in the humid areas of Nigeria. African Journal of Agricultural Research 101-110.
2. Alikani, H., and Savabeghi, G. R. 2006. Vermicomposting for sustainable agriculture, Jihad Daneshgahi Tehran Press. (in Persian).
3. Almodares, A., Jafarinia, M., and Hadi, M. R. 2009. The effect of nitrogen fertilizer on chemical compositions in corn and sweet sorghum. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences 6: 441-446.
4. Aracon, N., Edwards, C. A., Bierman, P., Welch, C., and Metger, D. 2004. Influence of vermicomposts on field strawberries. I. effects on growth and yields. Bioresearch Technology 93:145-153.
5. Arzani, H. 2009. The quality of forage and the daily requirement of grazing livestock from pasture. Tehran University Press. 354 p. (in Persian).
6. Bending, G. D., Turner, M. K., and Jones, J. E. 2002. Interactions between crop residue and soil organic matter quality and the functional diversity of soil microbial communities. Soil Biology and Biochemistry 34: 1073-1082.
7. Bozorgmehr, J., and Nastaran nasrabadi, H. 2014. Effect of planting date and cultivar on yield and quality of forage corn. Applied Field Crop Research 27 (104): 160-164. (in Persian with English abstract).
8. Chanda, G. K., Bhunia, G., and Chakraborty, S. K. 2011. The effect of vermicompost and other fertilizers on cultivation of tomato plants. Journal Horticulture and Forestry 3 (2): 42-45.
9. Chaudhary, H. K., Kaila, V., and Rather, S. A., 2014. Maize. In: Pratap, A., Kumar, J., (eds), Alien Gene Transfer in Crop Plants: Achievements and Impacts, Springer, New York, USA.
10. Coors, J. G., Albercht, K. A., and Bures, E. J. 1997. Ear-Fill effects on yield and quality of silage corn. Crop Science 37: 243-247.
11. Correa, C. E. S., Pereira, M. N., Oliveira, S. G., and Ramos, M. H. 2003. Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. Scientia Agricola 60 (4): 621-629.
12. Cox, W. J., Kalonge, S., Cherney, D. J. R., and Reid, W. S. 1993. Growth, yield, and quality of forage maize under different nitrogen management practices. Agronomy Journal 85: 341-347.
13. Danesh Mesgaran, M., Heravi Mousavi, A., and Fathi, M. H. 2004. Feeding the dairy cow. Ferdowsi University of Mashhad Press. 559 p. (in Persian).
14. Dehghan'poor, Z. 2010. Early grain corn Fajr (Single Cross 260). Ministry of Agriculture, Agricultural Research, Training, and Promotion Institute of Seed and Plant Improvement Research. 8p. (in Persian).
15. Di Marko, O. N., Aello, M. S., Nomdedeu, M., and Houtte, S. V. 2002. Effect of maize crop maturity on silage chemical composition and digestibility (in vivo, in situ and in vitro). Animal Feed Science and Technology 99: 37-43.
16. Eghball, B. 2002. Soil properties influenced by phosphorous and nitrogen based manure and compost applications. Agronomy Journal 94: 128-135.
17. Ehteshami S. M. R., Jan zamin, A., Ramazani, M., Khavazi, K., and Zand, B. 2013. The Effect of combined Phosphorus Fertilizer Management on Quantitative and Qualitative Yield of Two Corn Varieties in Varamin. Agricultural Crop Management 15 (1): 95-110. (in Persian with English abstract).
18. Emam, Y., and Niknejad, M. 2004. An introduction to the physiology of crop yield. Shiraz University Press. 571p. (in Persian).

19. Eskandari, H., and Ghanbari. A. 2009. Intercropping of maize (*Zea mays*) and cowpea (*Vigna sinensis*) as wholecrop forage: Effect of different planting pattern on total dry matter production and maize forage quality. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 37 (2): 152-155.
20. FAOSTAT. 2014. Statistical database of the food and agriculture organization of the united nations. FAO, Rome.
21. Fischer, R. A., Santiveri, F., and Vidal, I. R. 2002. Crop rotation, tillage and crop residue management for wheat and maize in the sub- humid tropical highlands. II Maize and system performance. Field Crops Research 79: 123-137.
22. Forouzmand, M. A., Ghorbani, G. R., and Alikhani, M. 2005. Influence of Hybrid and Maturity on the Nutritional Value of Corn Silage for Lactating Dairy Cows 1: Intake, Milk Production and Component Yield. Pakistan Journal of Nutrition 4 (6): 435-441.
23. Ghanbari, A. 2000. Intercropped wheat (*Triticum aestivum*) and bean (*Vicia faba*) as a low–input forage. PhD Thesis. Wye College University of London.
24. Ghanbari, A., and Lee, H. C. 2002. Intercropped field beans (*Vicia faba*) and wheat (*Triticum aestivum*) for whole crop forage: Effect of nitrogen on forage yield and quality. Journal of Agriculture Science, Cambridge 138: 311-314.
25. Ghanbari, A., Ahmadiyan, A., Mir, B., and Razmjoo, A. 2010. Effect of harvesting time on quantitative and qualitative characteristics of corn forage. Journal of Crop Ecophysiology 4 (15): 41-54. (in Persian with English abstract).
26. Ghanbari, A., Ismailian, Y., and Babaiean, B. 2013. Effect of animal and chemical fertilizers on forage yield, grain and concentration of some nutrients in barley corn. Journal of Plant Ecophysiology of Iran 31 (3): 23-36. (in Persian with English abstract).
27. Govaerts, B., Mezzalama, M., Unno, Y., Sayre, K., Luna-Guido, M., Vanherck, K., Dendooven, L., and Deckers, J. 2007. Influence of tillage, residue management, and crop rotation on soil microbial biomass and catabolic diversity. Applied Soil Ecology 37: 18-30.
28. Gul, I., Demirel, R., Kilicalp, N., Sumerli, M., and Kilic, H. 2008. Effect of crop maturity stages on yield, Silage Chemical Composition and In vivo Digestibilities of the maize, sorghum and sorghum sudangrass hybridsg in semi-arid conditions. Journal of Animal and Veterinary Advances 8: 1021-1028.
29. Hatew, B., Bannink, A., Van Lear, H., Degonge, L. H., and Dijkstra, J. 2016. Increasing harvest maturity of whole corn silage reduces methane emission lectating dairy cows. Journal of dairy Science 99 (1): 354-368.
30. Hirzell, J., and Walter, I. 2008. Availability of nitrogen, phosphorus and potassium from poultry litter and conventional fertilizers in a volcanic soil cultivated with silage corn. Chilean Journal of Agricultural Research 68: 264-273.
31. Ibrahim ghoochi, Z., Mohsen abadi, Gh. R., Ehteshami, S. M. R., and Forghani, A. 2013. Combined application of chemical, biological and livestock fertilizers on growth characteristics of forage corn in Rasht, Cereal Research 3 (2): 143-154. (in Persian with English abstract).
32. Johnson, L. J., Harrison, H., Davidson, D., Mahanna, W. C., Shinners, K., and Linker, D. 2001. Corn silage management Effect of maturity, Inoculation and mechanical processing on pack Density and Aerobic stability. Journal Dairy Science 85: 434-444.
33. Juan, L., Bing-qing, Z., Xiu-ying, L., Rui-bo, J., and Hwat Big, S. 2008. Effect of long- term combined application of organic and mineral fertilizers on microbial biomass, soil enzyme activities and soil fertility. Agricultural Sciences in China 7 (3): 336- 343.
34. Karami, A., and Niazi, J. 2005. Effect of sources and quantities of organic matter on soil properties and grain corn function. The 9th Iranian Soil Science Congress 75-78. (in Persian).
35. Karimi, H. 2007. Farming and breeding of forage plants. Tehran University Press. 428 p. (in Persian).
36. Kassam, A. H., Friedrich, T., Derpsch, R., and Kienzle, J. 2014.Worldwide adoption of conservation agriculture. 6th World Congress on Conservation Agriculture: 22-27 June 2014, Winnipeg, Canada.
37. Koochaki, A., Hosseini, M., and Hashemi Dezfouli, A. 2007. Sustainable agriculture (translation and editing). Jahad Daneshgahi Mashhad Press. 163 p. (in Persian).
38. Lazcano, C., Revilla, P., Anamalwar, R., and Dominguez, J. 2011. Yield and fruit quality of four sweet corn hybrids (*Zea mays*) under conventional and integrated fertilization with vermicompost. Journal of the Science of Food and Agriculture 91 (7): 1244-1253.
39. Lithourgidis, A. S., Vasilakoglou, I. B., Ohima, K. V., Dordas, C. A., and YIakoulaki, M. D. 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. Field Crops Research 99: 106-113.
40. Maghsoodi, A., Ghalvand, A., and Aghaalakhani, M. 2014. Effect of nitrogen and biodiversity management strategies on morphological traits, grain yield and quality traits of single cross 704 corn. Iranian Journal of Field Crops Research 12 (2): 272-282. (in Persian with English abstract).
41. Majidiyan, M., Khosh chereh Ziba, A., and Mansoorifar, S. 2016. Yield and Quality of Two Sorghum Cultivars affected by Domestic and Nitrogen Fertilizers. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 26 (1):

132-143. (in Persian with English abstract).
42. Martin, R., Voldengh, H., and Smith, O. 1990. Intercropping corn soybean for silage in a cool temperate region. Yield, protein and economic effects. Field crops Research 23 (3-4): 295-310.
43. McDonald, P. R., Edwards, A., and Greenhalgh, J. F. D. 1990. Animal Nutrition. 4th edition, John Willey and Sons, Inc, New York.
44. McDonald, P., Henderson, A. R., and Heron, S. J. E. 1991. The Biochemistry of Silage. 2nd Ed. Chalcombe publications; Canterbury, UK. 340p.
45. Miller, P., Mcconkey, B., and Clayton, G. 2002. Pulse crop adaptation in the northern Great Plains. Agronomy Journal 94: 261-272.
46. Mirlohi, A., Bozorgvar, N., and Basiri, M. 2000. Effect of nitrogen rate on growth, forage yield and silage quality of three sorghum hybrids. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 4 (2): 105-116. (in Persian with English abstract).
47. Mohajeri, A., Haj seyed hadi, M. R., and Shahsavar, A. M. 2015. Evaluation of Quantitative and Qualitative Yield of KSC704 and KSC260 Forage Forms in Common Agricultural, Combined and Organic Farming Systems, New Finding in Agriculture 9 (4): 313-326. (in Persian with English abstract).
48. Mohammadabadi, A., Mohammad, A. N., Asif, T., and Azhar, H. 2002. Effect of different levels of nitrogen and harvesting times on the growth, yield and quality of sorghum fodder. Asian Journal of Plant Sciences 1 (4): 304-307.
49. Mousavi, M. A. 1995. Determination of Chemical Composition and Raw Energy of Livestock and Poultry Food in Kermanshah Province. Master's Thesis of Agriculture. University of Tehran. 134 p. (in Persian with English abstract).
50. Najafi, N. A., Mostafaei, M., Dabbagh, A., and Ostan, Sh. 2013. Effect of intercropping and livestock manure on growth, yield and protein concentration of corn, bean and goat. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 23 (1): 99-115. (in Persian with English abstract).
51. National Research Council (NRC). 1978. Nutrient requirements of domestic animals. No.6. Nutrient Requirements of horses. National Academic Science, Natural Resource Council, Washington, D. C. 180 p.
52. Nazari, Sh., Zaefariyan, F., Farahmandfar, A., Zand, A., and Azimi Soran, S. 2014. Effect of different harvesting times on yield and quality of corn forage under intercropping conditions with leguminous plants. Iranian Journal of Field Crops Research 2 (44): 237-245. (in Persian with English abstract).
53. Power, J. F., Doran, J. W., and Koerner, P. T. 1991. Hairy vetch as a winter cover crop for dryland corn production. Journal of Production Agriculture 4: 62-67.
54. Ramroudi, M., Mazaheri, D., Majnon Hosseini, N., Hossein Zadeh, A., and Hosseini, M. 2005. The effect of cover crops, tillage systems and nitrogen fertilizer on yield of forage sorghum (*Sorgum bicolor* L.). Iranian Journal of Crop Sciences 41 (4): 763-769. (in Persian with English abstract).
55. Rezvani Moghaddam, P., and Nassiri Mahallati, M. 2004. Determination of digestibility of dry matter and protein percentage of forage for three varieties of forage sorghum at different harvesting times, Iranian Journal of Agricultural Science 35 (4): 787-796. (in Persian with English abstract).
56. Roghanian, S. 2005. Effect of dry matter and compost on some chemical properties of soil and response of corn. Journal of Crops 1: 531-556. (in Persian with English abstract).
57. Safa'i, S., Asghari, H., Firouz'abadi, M., and Abbas'dokht, H. 2012. Effect of compost and nitrogen fertilizer on leaf area index and some characteristics of safflower. 12th Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding 1-4. (in Persian).
58. Samuel, R., Simon, F., and Bababbo, P. 2015. Yield performance of sweet corn (*Zea mays*) Using vermicompost as a component of balanced fertilization strategy. International journal of Chemical Environmental and Biological Science 3 (3): 224-227.
59. Sarepoua, E., Tangwongchai, R., Suriharn, B., and Lertrat, K. 2015. Influence of variety and harvest maturity on phytochemical content in corn silk. Food Chemistry 169 (15): 424-429.
60. Sedighiniya, H. 2003. Effect of harvesting time on yield and quality of dill sorghum silage, Master's thesis in agriculture, Faculty of Agriculture, Zabol University. (in Persian with English abstract).
61. Selahattin, P. T. A., and Musa, Y. 2008. Effect of Pollination Levels on Yield and Quality of Maize Grown for Silage. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 32: 41-48.
62. Sharma, A. K. 2003. Biofertilizer for sustainable agriculture. Agrobios Publication, India.
63. Tartoura, A. H. 2010. Alleviation of oxidative-stress induced by drought through application of compost in wheat (*Triticum aestivum* L.) plants. American-Eurasian Journal Agriculture Environment Science 9 (2): 208-216.
64. Varmaghani, S. 2005. Determination of Chemical Composition and Raw Material for Rangeland Forage in Ilam Province. Quarterly Pajouhesh-va-Sazandegi (Natural Resources) 74: 79-86. (in Persian with English abstract).
65. Von Braun, J., Byerlee, D., Chartres, C., Lumpkin, T., Olembo, N., and Waage, J. J. 2010. A draft strategy and results framework for the CGIAR. World Bank, CGIAR, Washington DC, USA.
66. Ward, J. D., Redfearn, D. D., McCormick, M. E., and Cuomo, G. J. 2001. Chemical composition, ensiling

characteristics, and apparent digestibility of summer annual forage in a subtropical double cropping system with annual ryegrass. Journal of Dairy Science 84: 177-182.

67. Yuste, C. J., Baldocchi, D. D., Gershenson, A., Goldestein, A., Mission, L., and Wong, S. 2007. Microbial soil respiration and its dependency on carbon inputs, soil temperature and moisture. Global Change Biology 13: 1-18.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 16, No. 4, Winter. 2019, p. 861-879

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۸۷۹-۸۶۱

Assessment of Forage Yield and Quality of Corn (*Zea mays*) KSC 260 Cultivar under Different Integrate Management of Soil Amendment and Plant Residue

H. A. Pooresmail[1]- M. Dahmardeh[2*]- A. Ghanbari[3]
Received: 20-05-2018
Accepted: 21-07-2018

Introduction

The necessity of using sustainable agricultural systems, especially in agricultural fields, is more important than the development of arable land. Sustainable agriculture is based on the efficient management of the elements of production to improve soil quality and one of the main problems in sustainable agriculture is the lack of organic matter and its consequences. One of the possible, inexpensive and feasible ways to increase organic matter in agricultural lands is to return crop residues to the soil. In sustainable agriculture, the use of compost and vermicompost increases the microbial activity of the soil, which increases the nutrient requirements of the plant, especially the consumed elements, which leads to increased crop yields. In order to evaluate integrated fertilizer management and harvest time on the quality and quantity of corn forage, this experiment was conducted in the research farm of Zabol University in 2016-17 crop year.

Materials and Methods

An experiment was conducted as factorial based on a randomized complete block design with three replications in the research farm of Zabol University during 2016-17 cropping year. The first factor included 10 fertilization levels: (without fertilization, 30% wheat residue, 60% wheat residues, 90% wheat residues, 30% vermicompost, 60% vermicompost, 100% vermicompost, 10% vermicompost + 90% wheat residues, 40% of vermicompost + 60% of wheat residues and 70% vermicompost + 30% of wheat residues) and the second factor of harvesting time were at two levels: (harvest in milky and dough stages). The studied traits included leaf dry weight, stem dry weight, dry matter digestibility, water-soluble carbon hydrates, crude protein and protein yield, crude fiber, insoluble fiber in acid detergent, insoluble fibers in neutral detergent and ash.

Results and Discussion

The results of analysis of variance showed that the effect of interaction between harvesting stage and combined fertilizer management systems on leaf dry weight, stem dry weight, dry matter digestibility, the percentage of water-soluble hydrocarbons and insoluble fiber in acid detergent was significant. As the plant mature and the stems grow, the ratio of leaf to stem decreases in forage. The highest leaf dry weight (146 g) and stem dry weight (185.33 g) were obtained in milk militias and in the application of 70% vermicompost and 30% of wheat residues. Mean comparisons showed that the highest digestibility of dry matter (69.72%), the highest percentage of water-soluble carbohydrate (21.17%) was observed in dough stage with the application of 60% of wheat residues. The highest non-soluble fiber in acid detergent (34.85 g / kg dry matter) was obtained in the milky stage of grain and in the application of 70% vermicompost and 30% of the wheat residues. Insoluble fiber in acid detergent was the most important determinant of forage quality. The results of the analysis of variance showed that the effect of harvesting stage on the percentage of crude protein and ash content was very significant; the effect of harvesting stage and the effect of combined fertilizer management systems on the percentage of CF was significant; and the simple effect of combined fertilizer management on the non-soluble fiber (CF) in neutral detergent was meaningful. Comparison of means showed that the highest percentage of crude protein (9.32%) was observed in the milky stage; the highest percentage of crude fiber in the grain dough stage (35.45%) and in the application of 70% vermicompost + 30% wheat residues (36.85%); The most NDF (52.58 g / kg dry matter) in terms of application of 70% vermicompost + 30% of wheat residues; and the highest percentage of Ash (7.21%) in milky stage was obtained. The optimal quality is obtained when the plant has a digestibility of dry matter, crude protein, WSC, and more ash content. In general, using 60% and 100% vermicompost ratios and 60% of wheat residues improved the quality of forage at harvest time from the milky

1- PhD student of Agro ecology, Department of Agronomy, University of Zabol
2- Associated professor of Agro ecology, Department of Agronomy, University of Zabol
3- Professor of Agro ecology, Department of Agronomy, University of Zabol
(*- Corresponding Author Email: dahmard@yahoo.com)

stage. The results of this study confirmed the importance of soil organic matter in improving forage quality.

Conclusions

The results of this study confirmed the importance of soil organic matter in improving forage quality. According to the results of this study, the combined application of vermicompost with wheat residues has improved the quantitative and qualitative traits studied in corn. So that application of 70% vermicompost plus 30% wheat residues increased 2% protein percentage compared to control. Therefore, the application of the combined fertilizer system in the long term increases the content of nitrogen and organic carbon in soil. In general, 70% and 100% vermicompost ratios and 60% of wheat residues improved the quality of forage at harvest time from milking stage. The growth stage at harvest time, the most important determinant of forage quality, is a definite species. Forage quality decreases with the advancement of growth stages.

Keywords: Crude and yield protein, Harvesting time, Plant remnants, Vermicompost